



N° 1 Juin 2018

# Tabou(e) story

**OPTIMISER**  
sa fertilisation



## Les Matières Fertilisantes d'Origine Résiduaire : une source d'azote pour vos cultures

Boues de station d'épuration, effluents d'élevage, digestats de méthanisation, composts peuvent remplacer avantageusement une partie des engrais minéraux, notamment en ce qui concerne les apports d'azote.

Conjuguer rendement, économies et écologie, voici quelques éléments, basés sur des résultats d'essais, pour mieux valoriser ces produits organiques.

Les agriculteurs attendent des Matières Fertilisantes d'Origine Résiduaire (MAFOR), un effet engrais et/ou amendement. On parle d'effet « engrais » lorsque l'on considère la valeur fertilisante NPK (azote, phosphore, potasse) du produit et d'effet « amendement » lorsque l'on s'intéresse à la matière organique du produit, et à sa capacité à former de l'humus stable dans le sol, ou à sa teneur en carbonates, et son effet sur le pH du sol. Bien souvent les effets engrais

et amendement coexistent mais diffèrent selon la composition du produit. Ainsi, les boues, lisiers et digestats bruts sont nettement des engrais azotés, alors que les boues de papeterie, composts et fumiers sont davantage des amendements organiques. Pour mieux évaluer cet intérêt agronomique, les techniciens s'appuient sur des essais de plein champs, et nous avons la chance de disposer d'un tel dispositif dans le Haut-Rhin.

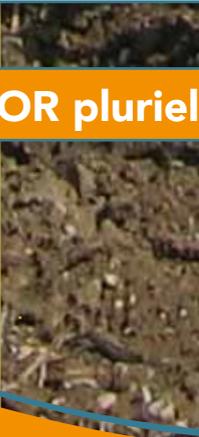


**Denis Montenach**

INRA Colmar Service d'Expérimentation Agronomique et Viticole  
Responsable technique de la plateforme expérimentale longue durée PROspective

«L'INRA de Colmar a mis en place, sur son domaine expérimental, un essai dédié à l'étude des conséquences de l'épandage de MAFOR sur la qualité des sols, des eaux et des cultures. Il s'agit du dispositif PROspective, aujourd'hui âgé de 17 ans. Il permet l'étude des effets engrais et amendement de MAFOR aux caractéristiques diverses : compost de biodéchets, boue et compost de boue, fumier et compost de fumier. Ces matières sont épandues tous les deux ans sur une rotation maïs grain, blé d'hiver, betterave sucrière et orge de printemps. Les apports de matière organique et d'azote par les MAFOR sont ainsi notamment évalués et comparés à des modalités témoin fertilisées exclusivement avec des engrais minéraux azotés. Le protocole expérimental permet également d'estimer l'effet du compostage des MAFOR.»

### MAFOR plurielles...



La composition d'une MAFOR, azote, matière organique, etc., fluctue selon son type, son origine, la saison... D'où des tonnages de produits épandus variables dépendants des caractéristiques

de la MAFOR (cf. Tableau 1, cas de l'essai PROspective).

C'est pourquoi des analyses sont pratiquées régulièrement, selon une fréquence réglementaire.

Tableau 1 :

Quantités apportées sur l'essai PROspective par diverses MAFOR, entre 2001 et 2015 (Quantités moyennes apportées par épandage) :

MAFOR	Tonnage brut épandu (t/ha)	Matière organique (t/ha)	N total (kg/ha)	N minéral (kg/ha)	Part de N minéral (%)
Boue déshydratée	14,6	1,8	157	46	29
Compost de boue (3 mois)	13,5	4,1	182	30	16
Compost de biodéchets (4 mois)	14	3,8	165	8	5
Fumier de bovins	34,3	5,3	178	18	10
Fumier composté (2 mois)	30,4	4	147	3	2

(x mois) = durée de fabrication

La disponibilité de l'azote pour la culture varie également selon divers paramètres : type de matière, mode de traitement, date et modalités d'épandage, conditions

météorologiques, type et état du sol, historique et itinéraire technique de la parcelle. **Il en va de même pour les engrais minéraux.**

## ... une source d'azote immédiate...



### Denis Montenach :

«Une partie de l'azote apporté par la MAFOR est immédiatement utilisable par la plante. L'agriculteur peut compter sur cette part de l'azote total provenant de la MAFOR épandue en remplacement de l'azote d'un engrais classique pour la culture qui suit l'épandage.

Le dispositif PROspective nous permet de mesurer cette proportion d'azote effectivement disponible pour la culture, pour chaque type de MAFOR, par rapport à des parcelles témoin ne recevant pas d'épandage (cf. Figure 1).»

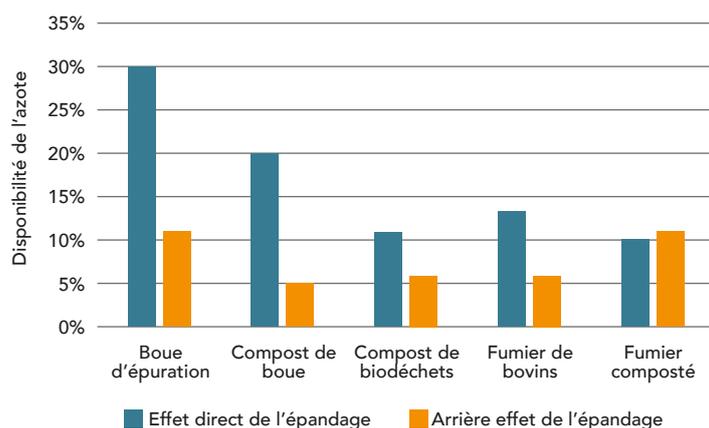


Figure 1 :

Mesures de disponibilité de l'azote en effet direct (1<sup>ère</sup> culture) et en arrière-effet (2<sup>ème</sup> culture) après le 1<sup>er</sup> épandage sur l'essai PROspective.

Dans une MAFOR, l'azote est sous deux formes, organique et minérale (ammoniacale principalement et un peu nitrate). La part minérale est immédiatement disponible, c'est-à-dire directement absorbable par les racines des plantes. Ce sont ensuite les organismes et microorganismes du sol qui minéralisent la matière organique et transforment l'azote organique en azote minéral assimilable par les plantes.

Ces transformations biologiques mettent plus ou moins de temps à se produire, de quelques semaines à quelques mois, selon divers paramètres (type de MAFOR, structure et tassement du sol, voire engorgement en eau, température et humidité, etc.). Aussi, pour éviter le lessivage de nitrates et protéger la ressource en eau autant que les rendements, **il faut faire coïncider la libération de l'azote minéral et le moment où la culture en a besoin.**

Mais attention, l'ammoniaque présente dans la MAFOR peut se volatiliser au moment de l'épandage ! Pour certains produits, la perte d'azote peut ainsi être importante si les matières ne sont pas déposées au sol et rapidement enfouies (jusqu'à 90 % pour des digestats et lisiers de porc, par exemple, selon les conditions). A l'inverse, certaines boues, qui contiennent peu d'azote mais beaucoup de carbone, comme les boues papetières, ne fournissent pas

d'azote minéral à la culture. Au contraire, elles peuvent induire une immobilisation temporaire de l'azote dans le sol (pendant 4 à 6 mois et de l'ordre de 2 kg d'azote par tonne de matière brute épandue, pour un C/N de 50). **Il est donc préférable d'en décaler l'épandage en conséquence.** En revanche, elles sont riches en cellulose, ce qui favorise la rétention d'eau et permet de limiter le nombre de passages d'irrigation.

## ... ou différée...

### Denis Montenach :

«L'azote organique continue à se dégrader après la récolte de la 1<sup>ère</sup> culture qui a reçu la MAFOR et la culture qui suit bénéficie donc, elle aussi, de cet azote minéralisé. C'est ce que l'on nomme l'arrière-effet azote des MAFOR. **Il est également à prendre en compte dans votre plan de fumure prévisionnel** (cf. Tableau 3).

Sur le dispositif PROspective, les mesures effectuées suite au 1<sup>er</sup> épandage, en effet direct (1<sup>ère</sup> culture) et en arrière-effet (2<sup>ème</sup> culture), ont ainsi montré des valeurs de disponibilité différenciées pour les cinq MAFOR testées (cf. Figure 1).»

Mais si le sol est nu entre les deux cultures, les nitrates produits durant cette période risquent de migrer en profondeur et d'être lessivés vers la nappe phréatique. **Planter une culture intermédiaire piège à nitrates**

**(CIPAN) est la solution pour limiter les pertes d'azote à l'interculture.**

Ainsi, bien calculer les apports d'azote permet de protéger notre ressource en eau potable !

## ... et qui s'amplifie à long terme avec des épandages réguliers...

La quantité d'azote fournie par le sol augmente au fur et à mesure des épandages, pour toutes les MAFOR, par

l'effet du cumul d'apports organiques réguliers.

### Denis Montenach :

«Par exemple, dans l'essai PROspective, les MAFOR sont épandues tous les deux ans. Les différentes modalités reçoivent une complémentarité minérale, calculée selon la méthode des bilans, donc prenant en compte la part d'azote disponible d'ores et déjà fournie par chaque type de MAFOR. Cette complémentarité minérale est comparée à la dose optimum appliquée sur des parcelles témoin sans apport organique, pour des rendements obtenus équivalents.

A partir du 4<sup>ème</sup> épandage, les quantités d'engrais nécessaires pour compléter la fumure l'année de l'apport, ainsi que l'année sans épandage, diminuent progressivement. Si l'on prend l'exemple du compost de boues, en 11 années et 6 épandages, la quantité d'engrais minéral azoté complémentaire est réduite, en moyenne, de 54 % en année d'épandage, puis, progressivement, de 12 à 44 % en 2<sup>ème</sup> année.»



En fait, la minéralisation de la matière organique stockée progressivement dans le sol fournit de plus en plus d'azote minéral. Les effets engrais et amendement coexistent toujours mais c'est l'azote minéral issu de la

somme des deux qu'absorbe la culture. Ainsi, dans tous les cas, le stockage de matière organique dans le sol, par des **épandages réguliers, génère une minéralisation, donc une source d'azote supplémentaire.**

Et prendre en compte la totalité de l'azote fourni par les MAFOR dans son plan prévisionnel de fumure **permet de faire des économies** : dans l'exemple de l'essai PROspective, la boue, MAFOR à effet engrais marqué,

induit des économies d'engrais azoté minéral chiffrées à 800 €/ha en 11 ans pour le seul paramètre azote (cf. Tableau 2).

**Tableau 2 :**

**Economies d'engrais dans les modalités MAFOR par rapport au témoin engrais minéral azoté sur l'essai PROspective de l'INRA de Colmar sur 10 ans (hors coût des apports de MAFOR) :**

MODALITÉ	Coûts des engrais minéraux azotés de 2007 à 2017 (€/ha)	Economie par rapport au témoin sans apport organique de 2007 à 2017 (€/ha) (par rapport à N exclusivement)
Témoin sans MAFOR	1270	
Boue d'épuration	473	796
Compost de boue	723	547
Compost de biodéchets	857	413
Fumier de bovins	809	461
Fumier composté	867	402

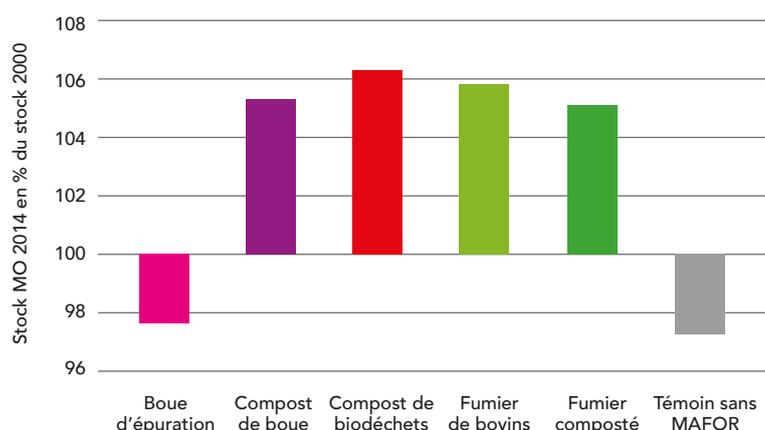
## ... tout en contribuant au stockage du carbone dans les sols.

Les autres matières, à effet amendement prédominant, contribuent davantage au stockage de la matière organique, donc du carbone, dans le sol. Ainsi, le compostage

d'une MAFOR diminue son effet engrais et augmente son effet amendement, donc son impact sur le stockage de carbone.

### Denis Montenach :

«Dans l'essai PROspective, le témoin sans apport organique a tendance, lui, à déstocker de la matière organique (perte de 3 % du stock initial en 14 ans), malgré le retour au sol des résidus de cultures. La perte de matière organique est également constatée, même si elle est moins élevée, pour des parcelles recevant des boues (- 2 %). En revanche, le stock augmente de 5 à 6 % pour les autres traitements, fumier pailleux et composts, plus riches en matière organique stable (cf. figure 2).»



**Figure 2 :**

**Stock de matière organique du sol en 2014, après 7 apports, exprimé en % du stock à l'état initial en 2000, sur l'essai PROspective.**

A noter qu'outre les économies d'engrais substantielles, **stocker de la matière organique dans le sol est reconnu comme un levier pour lutter contre le changement climatique**. Et une teneur correcte en matière organique du sol a aussi **des effets agronomiques intéressants** :

diminution de la battance des sols limoneux, limitation du ruissellement et de l'érosion, moindre prise en masse des sols sableux, meilleure rétention de l'eau, meilleur fonctionnement biologique du sol (macro et microfaune).

Recyclage raisonné en agriculture des boues de traitement des eaux usées.

Action engagée dans le Haut-Rhin par le Conseil Départemental, la Chambre d'Agriculture, l'Agence de l'eau Rhin-Meuse, l'ADEME, les Collectivités Locales et les Industriels Haut-Rhinois producteurs de boues recyclées en agriculture et leurs Prestataires de service.

